智力科学研究及其入门问题

作者：顾立帆

一、引言

Causation、逻辑和判断力是人类知识和文明的基础，对教育、经济、司法、医疗和其它研究均有直接影响。人工智能缺乏准确、严谨的分析、测试方法，进展被夸大，与相关学术问题有关。

Turing Test 极为主观，不同测试人对计算机本质缺陷的了解差距悬殊，测试结果就会很不稳定而无效。计算机围棋、无人汽车、自然语言处理跟人类智力密切交互，需要对高度不稳定的人类智力作结构、系统研究，才能有效设计严谨的科学实验、准确检测评估这些技术、找出潜在问题。

用智力研究智力、用科学研究科学，会引发高阶逻辑和动态语义的问题。所以需要更严谨、更有效的 causation、逻辑和判断方法。各种计算技术（包括量子计算）均无法正确处理抽象思维、语义演化、高阶逻辑和诡辩分析。计算理论对这些问题无效。可设计实验找出语言处理中人工智能上限。而设计实验找出围棋中人工智能更低上限则更具挑战性。把智力基于随机性则会误入歧途。

由于哥德尔不完备定理、海森堡测不准原理和熵定律趋势，人工智能和各种计算技术有严重局限性。Universal Approximation Theorem 和 Nash Embedding Theorems 的条件设定对很多领域不适用，word-embedding vector space 和其他计算机语言模型有严重缺陷。需要新的逻辑体系和实验规范。

而自由意志是否存在、如果存在跟量子随机性、基因、自我意识有什么本质区别，引入何种自由意志会对人类直觉和思维能力产生积极影响，会给智力模型的逻辑、结构、功能带来什么进化，自由意志和 Axiom of Choice 是否成立的各种组合对逻辑、causation 和科学严谨性又有什么影响?

根据这些研究，笔者分析了各种人工智能技术的局限和问题；提出能综合自由意志、人类直觉思维、应对熵定律的各种方法、高阶逻辑和诡辩分析的新逻辑体系；以此为基础设计测试计算机围棋的四维实验空间和测试语言处理的数据集，并整理三十道智力研究入门问题用于未来教育。

二、人工智能技术的局限和问题

基于一阶逻辑的各种数学和计算技术缺乏足够抽象程度描述人类特有智力。深度学习对高阶逻辑的模仿在模式演变下很不稳定。数字化方法会破坏很多重要结构和系统信息。跟人类智力密切交互的自动系统可以被人为诱发、在模式不稳定演变下会自动放大这些问题。

现有人工智能测试，包括 Turing Test、AlphaGo 系列的对弈、人工智能参加为人类设计的考试、语言处理的各种 dataset、对无人汽车的各种模拟测试和路试等等，都是经验测试。不但缺乏理论分析以控制实验条件来突破搜索局限、有效分离各种因素、准确找出不稳定演变的触发条件和演变原理，也无法正确分析和解释实验结果，远远达不到科学实验和科学结论的严谨标准。

如计算机围棋和人类的对局及计算机围棋之间的对局，占围棋所有可能空间均微不足道，也缺乏经过严格验证的可靠原理来推导尚未探索过的情况。笔者设计了四维围棋实验空间来扩大搜索范围，证伪 AlphaGo Zero 的 superhuman 宣称，验证 AlphaGo 系列及各种后继缺乏人类直觉和逻辑思维能力、智力现象的模式演变极不稳定，测试人类顶级棋手能否对最强计算机围棋在该实验空间取得优势或拉锯，并找出人工智能较精确上限和针对具体人工智能结构的更精确上限等等。

无人汽车模式不稳定演变比围棋更复杂，其模拟测试和路试占所有可能空间更微不足道。很多严重问题现在不会出现但以后会随模式不稳定演变大概率出现。由于缺乏对 free will 和 causation 等等问题的有效研究，无法预测无人汽车大规模应用较长时间后人类会发展出什么智力新模式与之互动和竞争。现有自动驾驶标准缺乏针对性定义，也无法作相关测试。

很多年前就听说无人汽车技术已经 ready，只是法律落后。但自动驾驶 SAE level 4 实际上不可能实现。当然还有更严重问题需要测试分析。带头

试图实用化的 Alphabet/Waymo 无人汽车现在能否达到 SAE level 4？这个问题应该由谁决定、怎样有效检测？这事关公众安全。如果对 Alphabet/Waymo 无人汽车无法准确测试、评估，其他厂商会以此为借口进一步放松安全底线。

问题原因在于没有找到有效观察量。智力科学需要引入有效观察量概念，并根据新逻辑体系对有效观察量概念作重新定义。并以此为基础，有针对性地准确制定各种测试方法和评估标准。

Reward Is Enough 观点的错误在于：reward 不是有效观察量，各种短期 reward 和长期 reward 可能指向不同甚至相反方向。针对不同场景的情况更加复杂。Reward 可能无法正确定义、有效测量。

计算机语言处理有更复杂的问题。虽然人工智能技术已能处理很多常见语言问题，但无法处理很多关键性的 causation、逻辑和判断力等等问题。这些涉及学术研究、教育、医疗、司法，甚至关系到科学和文明兴衰。问题的困难包括抽象思维、语义演化、高阶逻辑和诡辩分析和其它各种问题。像自动驾驶标准的语言问题，也无法由人工智能解决，只能由人类制定修改处理。

事实上，Universal Approximation Theorem 和 Nash Embedding Theorems 有局限，无法作为逻辑临界点分析的数学基础。所以，计算机语言处理中的 Word-embedding Vector Space 也无法处理对科学和文明兴衰关系重大的逻辑和诡辩问题。语言处理和人工智能研究需要新的数学理论和方法。

由于缺乏对语言智力的系统、结构研究，现有测试计算机语言处理的数据集无法测试关键的逻辑和诡辩分析以及其它很多重要问题，大大高估了人工智能的智力水准。

目前药物研发不得不较多使用猜测。在人类研究者所作前期研究已积累大量有效数据的特殊情况下，利用人类知识的人工智能可能比人类猜得更准。但在药物成败的关键：漫长的临床试验上，人工智能未必有多少帮助。一旦人类在药物原理上取得重要进展，人工智能在中期的猜测作用也会消失。而不依赖人类知识的人工智能对分子结构和药物的分析研究有多少帮助更是问题。

神经科学仅在生理层次的动物性智力：视觉、声觉、运动、情绪、记忆、经验、控制和自我意识等等方面有些进展，无法真正研究人类特有智力如语言、数学、哲学、科学的发展。基于神经科学和生命科学的深度学习（deep learning）和强化学习（reinforcement learning）也有如此局限。

深度学习缺乏对逻辑的敏感性和准确性来分析罕见新线索的含义，常常会淹没偶尔出现的意外线索。强化学习也会无法理解意外线索和设计证伪实验的价值以及对未来科学发展的 reward。所以深度学习和强化学习不但不是科学方法，还会误导科学发展。排斥证伪实验也是对科学的误导。

科学不同于数学；生命科学不同于物理科学；智力科学也不同于生命科学，关注的有效观察量不同，其哲学基础和思维方法也不同。下一节介绍笔者智力理论的分析和依据。

三、智力科学不同于数学、物理科学、生命科学

熵定律是更为普适的定律，适者生存的演化规律需要特殊条件才能成立。细菌的演化能力和适应能力远超过人类。生命科学只能研究适者生存的演化，无法研究人类特有智力的进化和退化。

由于熵定律的影响，生命实际上在逆水行舟。人类智力和文明经常退化，宇宙演变会带来更大危机。适者生存可能导致退化性适者胜出，所以智力进化需要满足比适者生存演化规律更特殊的条件。智力科学需要研究这些特殊条件，也需要不同于物理科学和生命科学的观察量和实验方法。

很多人陷在牛顿世界观和拉普拉斯妖的错误观念中，Universal Approximation Theorem 仍延续这种错误，无法模拟人类特有智力及其演变。需要研究自由意志是否存在，如果存在跟量子随机性、基因、自我意识有何本质区别，对人类直觉思维和学术批判能力有什么作用？即什么思维能力能摆脱量子随机性、selfish gene 的表达、感官接受的数据信息所形成的自我意识等等的局限？

语言，特别是文字，是人类重要智力特征。其他已知生物，都不具有复杂语言能力。在语言基础上，人类发展出重要的学术体系：数学、哲学和科学。数学向精

确性发展，哲学向完整性发展。

数学是非常古老的学科。而科学是近几百年为纠正数学的不足和缺陷才发展起来的。科学虽然需要不断引入数学和精确性，但哥德尔不完备定理证明了数学不具有完整性、无法作为人类判断力的基础。科学起源于哲学，用严格控制条件的证伪实验为完整性和判断力提供严谨的基础。

逻辑跟语言和判断力密切相关。逻辑排中律不是普适定律，但在科学发展上有关键作用；科学只能证伪，只有在逻辑排中律成立的逻辑临界点上，证伪同时也是证实。研究逻辑临界点及其演变规律，是解决基于归纳和演绎的传统逻辑学问题的关键，也是智力进化的关键。

逻辑推理是否有效的关键是前提是否准确。而实验是否有效的关键是如何控制条件找出逻辑临界点。科学研究需要运用高阶逻辑作抽象和分析并避免高阶逻辑陷阱。这正是逻辑实证主义（logical positivism 或 logical empiricism）的致命弱点，Positivism 或 empiricism 无法提供这样的抽象和分析。

根据哥德尔的研究不难推出，范畴论（Category Theory）和其它数学理论无法提供有效的高阶逻辑结构，无法为诡辩分析和科学严谨性提供数学基础和推导框架。而 causation、law 等等重要概念在不同情况下语义会有很大不同。动态语义和高阶逻辑问题需要新的数学理论和方法以及新的逻辑体系。新的逻辑体系需要人类特有智力发挥特定的关键性作用，包括 critique。

哲学含义上的 critique，可以分析观察量的有效性，并根据需要寻找新的观察量、形成新的语义，通过控制变量来分析、判定边界条件的结构和复杂性及其演变。在此基础上才能形成准确的抽象思维、语义演变、高阶逻辑、诡辩判定。Critique 翻译成学术批判比批评更准确。根据这些分析，可以检测、推导 Word-embedding Vector Space 和其它计算机语言模型的很多错误和本质问题。

语义上的边界结构及其演变，远比物理科学和生命科学中的边界结构及其演变复杂。高度不稳定的人类一般智力上的边界结构及其演变，比语义上的边界结构及其演变更加复杂。人类智力混沌现象的普遍性给边界分析和研究带来巨大挑战。梦和智力上的欲望为边界探索带来动力和方向。只有深入智力新边疆，才能得到更好的自然选择机会。

经验方法和深度学习无法分析判定边界条件的结构和复杂性及其演变。在科学研究中，追寻对称性和发现对称性破缺是不断进行的过程。也就是说：准确的边界条件结构和演变无法一次性分析研究清楚。所以科学研究需要不断接受证伪实验的挑战，也不断需要新的数学思想和方法。

其实逻辑本来就需要人类智力参与。近代发展起来的、不需要人类智力参与的形式逻辑，在很多重要方面无法成功，反而引起混淆和误导，导致逻辑研究和教育的退化。而新逻辑体系需要人类特有智力发挥的特定关键作用，可以带动逻辑学继续发展。这也是未来研究和教育的要点。

为避免高阶逻辑的缺陷，现有数学基本上是一阶数学。一阶数学和计算思维实际上是降阶思维、降维思维，以降阶、降维获得处理某些局部问题的较高效率。但无法有效处理抽象思维、语义演化、高阶逻辑和诡辩分析，会破坏语言准确性和整体判断力。如果拘泥、执着于一阶数学和计算思维的缺陷和专横，会妨碍对新问题的研究，甚至因此扼杀智力新科学的发展。让数学从 Peano axioms 退化，则会严重损害数学语义和语言逻辑的有效性。

人类不得不用智力研究智力、用智力科学研究科学本质。所以，智力科学所需要的数学，不是基于形式逻辑的一阶数学，而需要高阶逻辑，也需要人类智力参与。其实数学发展本来就需要人类智力参与。所谓的自动定理证明，在很多环节，特别是语义的解释上，需要人类智力的参与。智力科学也需要找出数学需要人类智力参与的原理和关键，包括数的语义对智力的影响。

智力新科学需要避免一阶数学和计算技术的降阶、降维思维和陷阱，克服熵定律趋势，超越病毒和细菌适者生存的策略，找出智力和文明进步的本质和关键。人类凭借智力也只能在小范围内暂时压制病毒和细菌的适应优势，在外太空完全不同的环境中则会面临病毒和细菌快速适应优势的更严峻挑战。应警惕对科学严谨性的厌烦和智力的退化，避免受短期竞争优势的误导。

对现在的人类而言，语言理解和翻译已经不代表重要的智力进化。需要寻找更加严谨、更加有效的 causation、逻辑和判断方法。而数学和物理科学所关注的两个焦点等价性和平衡态会妨碍甚至误导对人类特有智力的研究。智力现象中连续性、紧致性、连通性、可定向性等等拓扑、几何和其它很多数学性质并不普遍成立，深度学习方法所依赖的很多条件并不满足。智力研究需要比 Dirac Delta Function 和 Strange Attractor 更复杂的结构。

所以，智力新科学所需要的混沌结构和逻辑结构的复杂性，远超以往历次科学革命，跟计算复杂性完全不同，用量子计算或其它计算技术无法解决，计算理论已

经失效。这是一场剧烈的科学革命，用旧的语言、浮士德或奴隶主式思维无法理解，需要希帕索斯和伽利略式精神和思维模式。

四、笔者的智力研究计划

笔者的智力科学理论研究和实验计划，分成四个可独自进行的方面；

1）设计和发展针对计算机围棋的四维实验空间，找出计算机围棋（包括 AlphaGo 系列）的较精确智力上限。实验分两阶段。第一阶段只需计算机围棋参与。第二阶段需要顶级人类棋手与计算机围棋对弈。作为证伪实验，需要最强计算机围棋，并需要严格实验规范排除计算机围棋中有人类特有智力参与。

Deepmind 设计 AlphaGo Zero 无需高深围棋棋艺。笔者设计围棋实验空间更无需高深围棋棋艺，也无需知道 AlphaGo 系列或最强计算机已达到什么水准，但需要对计算技术的局限和人类特有智力的本质有深刻理解。找出计算技术的永久本质局限，更有价值。

2）设计和发展针对计算机语言处理的系列实验方案和测试数据集，根据语言智力的结构性、系统性分析可以作比较全面的测试分析，包括测试抽象思维、语义演化、高阶逻辑和诡辩分析等等问题，准确显示人工智能和人类在语言智力上的差别。

3）构造和完善一个人类智力模型，分析人类特有智力的结构系统要素，包括研究引入何种自由意志会对人类直觉思维和学术批判能力产生积极影响，会给语言模型和智力模型的逻辑、结构、功能带来什么改进，会对各种人工智能技术取得什么优势，等等。由此找出各种人工智能技术的结构性、系统性功能缺陷以及智力上限。

4）形成、验证并发展智力科学的基本原理和理论体系，研究其对数学理论和方法带来的挑战和新要求，包括自由意志和 Axiom of Choice 是否成立的各种组合对新逻辑体系和科学严谨性的影响，语言模型和智力模型所需要的数学新思想，研究为弥补计算技术的缺陷所需要发展和强化的人类智力特征，以及如何给科学和文明发展带来更高境界的理性。

数学上对人类特有智力本质特征的抽象是否正确，可用人类智力模型分析。人类智力模型是否准确，可用实验验证、校正。所以这四方面研究虽可同时展开，但没有 1）和 2）的实验作基础，3）和 4）很难有大的进展。而 1）和 2）的实验彼此基本独立，用于研究不同的问题和原理。

基本粒子标准模型所描述的未必是全部的基本粒子，也未必是真正不可分的基本粒子。所以科学需要不断改进的方法。欧盟用计算机模拟人脑的 Human Brain Project 实际上失败了，因为“神经元”芯片无法模拟重要的人类特有智力。美国的 Brain Initiative 研究计划也无法理解人类特有智力以及对人类特有智力的损害情况。

笔者的人类智力模型可以证明计算机模型有本质缺陷、无法提供不断改进的方法来理解人类特有智力。所以，笔者的人类智力模型不是计算机模型，而是基于各种语言描述、新逻辑体系和证伪实验的科学模型。新逻辑体系和证伪实验可以提供不断改进的研究方法。

由于对等阶性和平衡态的聚焦反而妨碍对人类特有智力的研究，人类智力模型的形式跟基本粒子标准模型差别很大，人类智力现象也跟物理现象、生命现象差别很大，远比气象气候研究复杂。

这些智力基础科学的研究，特别是对综合自由意志、人类直觉思维、应对熵定律的各种方法、高阶逻辑和诡辩分析的新逻辑体系及其不可计算的限制范围的研究，和通过理论分析寻找有效观察量、设计严格控制条件的智力实验方法，也会给教育和经济研究带来本质性改变。

Leukotomy 如此严重的学术错误七十多年无法纠正，说明 selfish gene 能实现公益的理论错误。而 Technological Singularity、AlphaGo Zero 的 superhuman performance、potentially a meta-solution to any problem、Reward Is Enough 等等观点明显错误。蜜蜂筑巢、河狸筑坝技术领先于早期人类，难道蜜蜂、河狸是 superhuman？错误观点和语言的流行，说明语言智力的研究和教育都急需变革。

罗马俱乐部的人口资源理论和现在的气候变化理论，都是数学推论，无法用实验验证，只能靠时间检验。而笔者的智力理论，可以用实验验证。这是科学和数学的区别。笔者不反对气候变化理论，只是说它达不到科学标准。而人口、经济发展不仅仅是数学，跟人文、智力密切相关。

中国古代治理水害有堵和疏两种办法。应对气候变暖也有堵、疏两策。堵是减排温室气体，疏是改善水文、多种树和其他各种可能方法。硅谷海湾地区近年也出现溪流、池塘干枯而无法恢复，可见公共服务受到疏忽。更严重的问题还在后面。

Solyndra 是赢利性公司，应由市场竞争决定成败。而 arXiv 花费不大，是典型的公共服务，在政府的公正管理下，可以对发展科技起很大作用，如向弱势者提供不受利益集团审查的永久存档和知识产权保护。事实上 arXiv 本来就起源于国家实验室。正确划分市场竞争和公共服务非常重要。

五、智力研究的入门问题

笔者整理的三十个智力研究入门问题大致上可分成 A、B、C、D、E 五部分。问题如下：

A. 数和语言的基本结构问题：

1. 科学需要无理数，还是不需要，或暂时不知道，或本质上无法判断？请说明相应理由。

2. 请完整表述无理数的语义，并说明给出答案的充分依据。

3. 请找出 Chaitin's constant 语义上的问题及其对智力发展的特殊影响和争议。

4. 请构造一个例子说明不可定义数概念不稳定。

5. 请根据问题 1 - 4 抽象出语言处理的基本问题，并说明为何这是基本问题。

B. 人类直觉和统计及关联性的不同：

6. 请构造例子说明统计方法会失效并引起严重误导；并分析关联理论（relevance theory ）所带来的价值以及在抽象、分析、判断等等方面的不足。

7. 有些群体在历史上尚处于原始部落状态时就已发展出非常复杂的构词法规则，但在当时并没有形成更灵活、表达力更丰富而又严谨的句法。请分析语言变革和发展的需要，以及在其背后的智力结构和演变规律。

8. Grigori Perelman 的 Poincaré conjecture 论文并非用形式逻辑写成。请问除了形式逻辑，数学研究和证明在本质上还需要什么重要思维方法？请尽可能用数学语言完整描述这些思维方法，并说明语言、数学、哲学、科学研究中所用直觉各自需要什么严谨规范。

9. Demis Hassabis 把 AlphaGo 系列中的智能称为 intuition。请问数学研究中所用到的 intuition 方法跟 Demis Hassabis 所说的 AlphaGo 系列中的 intuition 有什么区别，类似 AlphaGo 系列的技术有没有可能成为 a meta-solution to any problem？

10. 请问 AlphaGo 系列是否如其 Nature 论文所说已达到 superhuman performance，是否是围棋的最优解？请证明或设计实验验证你的答案，并说明验证普适性或广适性判断需要满足什么条件。

C. 广义的语言、人性、经济和自由意志：

11. 中国古代诗词经历了格律、词牌、曲牌的形成、繁荣、然后被打破，欧洲近代音乐也经历了各种 form 的形成、繁荣、然后被打破。请问：这种范式的形成、繁荣、然后被打破，背后有什么智力规律在驱动、起了什么作用、其适用有什么特殊限制？

12. 贝多芬第五交响乐开始的 motif 被广泛解释成命运的叩门声。但也有说是黄鹂叫声。请问能不能否定黄鹂叫声的说法。如能，请说明充分理由。如不能，请构造黄鹂叫声说法的合理解释。

13. 瓦格纳在音乐中想要表达的“truth”是不是真的 truth，怎么来验证？为什么他的作品中一再出现用药的情节以及用药来解释情节发展？人性和人格发展的真正逻辑是什么？可能会导致诸神的黄昏的真正问题又是什么？

14. 请从智力原理上分析 The Selfish Gene（或 The Immortal Gene）理论的问题在哪里？这跟瓦格纳的音乐有什么关系？

15. 艺术作品常用隐喻来描述人格特征，如白天鹅、黑天鹅。Freeman Dyson 的文章 Birds and Frogs 也用 birds 和 frogs 来描述研究者的思维特征。这种用借代的具体形象来暗示抽象特征的语义难以用计算机图像处理或语言处理来获得。请分析类似的各种语言手法（包括音乐和视觉艺术手法）背后的智力特征及其规律。

16. 请分析奥地利经济学派（Austrian School of Economics）对社会的影响和其尚未解释清楚的问题，以及各种现代经济学派的不足。

17. 上帝是否掷骰子已有回答。请问人类是否有自由意志？如无，您是否只是物理规律操纵的傀儡？如自由意志存在，跟量子随机性、selfish gene 表达、自我意识有何区别，对发展人类特有智力、特别是探索新科学有何作用？是否可测量、是否可用物理规律表达、对物理科学中各相对性原理有没有影响、对与人类智力密切交互的人工智能、无人汽车等等技术又有何影响？

D. 对智力结构和系统的进一步分析和综合**:**

18. 请尽可能完整地定义人类特有智力，并说明你的定义能给智力科学研究带来什么重要价值。

19. 亚里斯多德建立逻辑学试图清除诡辩。但哥德尔的研究发现逻辑本身也有问题。请问人类应该怎样处理诡辩及其危害，计算机包括量子计算机能否做到这一点？

20. 请分析为何“白马非马”在通常语境中是诡辩，而“道可道，非常道；名可名，非常名”却是重要哲学原理。请进一步分析观察方法的局限性和逻辑实证主义的问题，并基于科学只能证伪的哲学原理提出解决方法。

21. 请分析基于一阶逻辑的数学在表达人类特有智力的抽象、分析、判断等等能力上的不足和缺陷。并分析这些问题给电子计算机、量子计算机以及各种 Turing Machine 模型（deterministic, probabilistic, etc.）所带来的本质局限性。

22. 请问 Turing Test 是否有效。如果无效，请说明充分理由。并分析对自动驾驶 SAE level 4 和 level 5 的验证需要什么必要条件来排除未来不稳定模式演变所带来的大概率严重问题。

23. 请分析各种计算机语言模型和处理方法的本质缺陷（包括基于 word-embedding vector space 和 encoder-decoder, attention, transformer, BERT 等等技术的）、现有语言处理测试方法的不足和偏差、并提出测试方法的改进。请分析数学、哲学、科学的发展对语言发展有什么要求？

24. 请分析并找出各种 deep-learning 架构（包括 deep residual networks 及其变种，generative adversarial networks, etc.）所缺失的人类特有智力因素以及所造成的人工智能缺陷。

25. 请分析跟科学方法相比，用 Universal Approximation Theorem 概括的各种数据处理方法有什么缺陷、能否模拟人类特有智力；并分析按科学标准 overfitting、underfitting 等等术语能否描述人类特有智力。请找出 chaos phenomena 中需要解决的相关问题。

26. 请找出 reward 无法定义、可以定义但无法测量、可以测量但无法被观察的相应例子，并分析 Reward Is Enough 观点的问题。

27. 请分析熵定律对世界的影响以及对计算理论的制约，并找出对熵定律趋势的各种可能应对方法。请进一步分析物理科学、生命科学、智力科学的本质不同，以及跟能量、selfish gene 和自我意识、自由意志等等概念有没有关系。人类智力模型中引入什么样的自由意志会在逻辑、结构、功能上带来重要改变

和提高，会对深度学习和其它人工智能技术取得什么优势?

28. 请针对现有逻辑和数学的本质问题，设计能融合逻辑和证伪实验、更加有效和严谨的科学理论基础，解释其结构性、系统性上的各种关键因素和适用范围，并证明这个新逻辑体系跟哥德尔的研究没有冲突且有无法由计算机实现的限制范围，但对人类有高度价值。

E. 应用问题**:**

29. 请从 O.J.Simpson 刑事案和民事案截然相反的判决结果分析旧逻辑体系以及逻辑实证主义的缺陷和问题，并找出科学实验在方法上需要改进之处。

30. 请用现金流方法分析阿富汗的矿产和火星上的矿产哪一处更优质，并找出 reward 分析方法与此问题相关的那些缺陷，以及数学的不足之处。

六、对入门问题的补充说明

第一题涉及人类特有智力和各种语言的本质。从本题开始，可以分析计算理论在智力研究上的缺陷，导入智力科学的重要基础理论。无理数的发现和三次数学危机是智力发展的关键。笔者问过 Freeman Dyson 教授，他回答物理学不能没有无理数。笔者认为：时空在本质上是否连续，跟时空在测量上是否连续，是不同的问题。

有人认为时空是幻觉，那数学是否幻觉？物理学概念时空是从数学语言演变而来。物理学和科学是伽利略抽象静止和运动的本质、实际上形成惯性概念才建立起来的。关于惯性的思想实验证伪了冲力学说。在此基础上才能正确形成力的概念和万有引力定律。哥白尼、开普勒的天文学没有惯性和力的概念，是数学，不是物理学和科学。

对测量的哥本哈根诠释是离散的，但波函数本身是否有连续的、量子退相干诠释能否对此作出结论？幻觉是生命现象，而时空是否幻觉、是否连续则超越了数学、物理科学、生命科学，是智力科学研究的问题。语言模型需要相应的准确性、逻辑性、严谨发展以及纠正滥用语言、误导科学等等错误所需要的结构能力和判断力。如果让数学在无理数概念上退化，会对语言逻辑、科学理论、实验检测的正确性和有效性产生什么后果，会对智力发展产生什么后果?

第二题跟语义的有效表达方法有关，也跟科学和数学的分歧有关。该题要求完整解释语义。

第六题要求“并引起严重误导”。如果构造出来的例子缺乏实际意义，就不算严重误导。

古汉语仅存构词法规则残痕，但缺乏良好的语法作严谨学术分析。二十世纪初中国的新文化运动不仅仅是通俗易懂、表达力更丰富的白话文运动，也引入了较严谨的语法和学术分析方法，包括逻辑和诡辩分析。第七题要求从智力结构演变角度分析语言发展规律。语言虽需发展，但演变方式和进度的多样化可更好适应未来。毕竟最优秀的学者也远非全知全能。

第十题质疑的不是 AlphaGo 系列或其它计算机围棋对人类棋手胜绩的可重复性，而是 Nature 论文中对实验结果的错误解释。这些棋手尚不知道人工智能的真正问题。本题涉及人工智能的测试方法和标准。自动驾驶 SAE level 5 是普适性判断，SAE level 4 是广适性判断。

第十一题涉及音乐。音乐兼有数学和人文的特征，是非常特殊和重要的语言。作曲家需要创作自由；表演者可以选择曲目；独唱、独奏、指挥允许并需要一些不同风格的演绎，以更好表演不同曲目；交响乐队需要听从指挥；还有伴奏、重奏、协奏等等各种配合和竞演方式，有时还需要炫技。这些专职需要不同管理方式。非音乐专业的管理更加复杂。所以，交响乐队指挥式的管理不但不适合所有的社会管理，甚至也不适合所有的音乐界管理。

第十一题和十二题也为语言处理问题提供了更广义的注释和补充。

瓦格纳的作品和现代社会的很多问题关系密切。第十三题中提到的人性和人格发展的真正逻辑，明显不同于形式逻辑，却影响到社会和文明的兴衰，是理解人类特有智力的重要关键。

第十四题旨在说明智力跟生命本质有关，作为出发点可以更深入地研究人和社会。除了隐含牛顿世界观的误导，The Selfish Gene 理论还有更深入

的问题。

第十五题中的黑、白对比鲜明而戏剧化。而真实人物的人格特征更加复杂，也更难研究。笔者曾告诉 Freeman Dyson 教授，达尔文也是 a great bird，孟德尔才是典型的 frog。牛顿也兼具 bird 和 frog 两种特征。牛顿力学跟后来的拉格朗日力学和哈密顿力学相比，有 frog 式的局限。牛顿的炼金术研究，明显是 frog 式的失败。伽利略和爱因斯坦则是典型的 bird。

第十六题的经济学问题跟人格特征、思维模式关系密切，影响人类的生存和发展。不同行业需要不同文化。如风险投资允许十分之七失败和十分之一成功的计算有什么局限性，不适当地应用在教育、医疗、科学研究等等方面会有什么问题？笔者不主张所有人都信奉奥地利经济学派。但工业化国家和人口越来越多，全球性生产过剩越来越严重。奥地利经济学派有特别重要价值。

奥地利经济学派跟如何发挥自己的优势、如何形成和发展长期的竞争优势有关，也跟需要什么样的公共服务、如何提供这些公共服务有关。公共服务和市场竞争是两种完全不同的管理体系。市场竞争是钱多钱少的问题，公共服务则涉及生和死以及文明的兴和衰。

第十七题涉及社会和文明的组织和基础。人类教育、研究和其他社会管理，包括奖惩等等手段、方法，实际上均基于自由意志存在的假设。管理者有自由意志，才可以选择不同管理方法、达成不同管理目标。本题仅讨论自由意志是否存在及可能的特征、规律，并不主张唯自由意志观点。

现有脑和神经系统实验仅能表明这些实验不足以寻找和分辨自由意志的特征，根本不能证明自由意志不存在。这再次说明准确使用语言、正确解释实验结果非常重要。

第十八题回到科学研究的基础：语言问题。恰当地定义人类特有智力可以帮助设计实验比较人类特有智力和人工智能技术，为智力研究建立科学基础。

第十九题中提到的诡辩，关系到司法、教育、研究、医疗等等重要问题。如果诡辩的危害无法抑制，足以瓦解科学和文明的基础。

第二十题涉及智力科学研究的几个要点。不可定义数显示语言甚至无法描述绝大部分数。哥德尔不完备定理则从结构上、系统上证明逻辑和数学语言的局限性，包括编程语言。而“道可道，非常道；名可名，非常名”指出所有语言都有局限性。把“道”解释成 natural law 明显错误。

第二十一题讨论计算机和人工智能的数学基础问题。

基于更广泛的问题和研究，第二十二、二十三题回到人工智能的测试理论和方法。语言是思维的工具。第二十三题要求找出计算机（包括量子计算机）在思维的表达、发展、验证上的缺陷。

第二十三题至第二十五题也要求广泛、深入地讨论各种深度学习和人工神经网络的结构问题，以寻找各种计算机和人工智能结构在智力上的较精确上限。

Deepmind 提出 Reward Is Enough，是对其人工智能技术的总结，想把其研究提升到理论层次。但缺乏科学的理论基础和分析方法、排斥笔者的证伪实验，所以得出错误结论，反而形成误导。第二十六题要求对 Reward Is Enough 观点的错误，作深入分析。

第二十七题要求对科学和文明兴衰背后的机制作更深入的分析研究。这个问题可以从科学语言和数学语言的不同着手，从物理科学、生命科学、智力科学各自使用以及未来所需要的语言特征和思想方法深入研究，来寻找线索。普里高津作了重要的开创性研究，但他所用的一般性物理科学方法，难以寻找生命和智力的特殊性。达尔文的演化理论，也无法解释智力的进化和退化。不同于自我意识，引入何种自由意志概念可以解决困扰耗散结构理论的关键问题：如找出高于能量有序的结构有序以及联系负熵和智力进化价值的中间环节，是本题的要点。

逻辑只能对现有概念作推导。如果没有选择有效观察量、没有使用准确语言来描述有效观察量，没有适当的范畴方法来分析问题，天才也无法形成相应的洞察力。

笔者已提出了新逻辑体系的框架。证明这个新逻辑体系的逻辑性和不可计算的限制范围以及学术批判不可缺少的价值，是第二十八题的关键难点。研究者更需要批判性思维和分析来继续发展。

第二十九题跟司法有关，第三十题跟金融有关。但这两道应用问题的真正目的，不是要研究解决司法和金融上的难点和错误，而是要找出其中相关的重要智力原理。科学需要更高层次的抽象。

七、结言

智力科学需要新的理论和实验方法、不同领域的综合和抽象、研究和教育的变革。需要更严谨有效的 causation、逻辑和判断方法作为知识、文明的基础和前沿研究性大学研究和教育核心基础。

由于熵定律的影响，生命实际上在逆水行舟。追求科学的严谨和准确、发现人性的弱点和错误，都令人痛苦。科学革命已近四百年，对希帕索斯和伽利略的厌烦在蔓延。如果在 causation、逻辑和判断方法等等智力研究方面无法突破，曲学阿世和诡辩很快就会盛行，使科学走错方向，加剧生产过剩和经济泡沫化，给文明带来危险。经济经历了劳力密集型、资本密集型、人才密集型的发展。人口较少地区人才不足。而发展智力新科学，可以靠数量较少的前沿探索者带动。

生命需要特定科学含义上的开放环境。对太空的探索打破了地球大气层的限制和封闭，但生活在宇航服和外太空封闭小环境，又限制了人类的开发性。能抵达月球、金星、火星或更远的宇航技术早就存在，而在外太空发展有效生态、经济和社会文明体系则更具挑战性。外层空间条约的成败涉及语言、判断力和司法。未来宇航规模扩大，其特殊环境可能引发很多危机，如文化冲突、暴政、奴役，并影响地球社会。所以相应的生命科学和智力科学的研究比物理科学更加重要。

综观以上各种因素，未来发展需要更高抽象层次和更高境界理性的智力新科学。脑和智力研究中的学术错误无法纠正、科学走错方向，对已出现生产过剩的世界经济和文明体系有致命后果。

由于经济和健康急剧恶化，笔者无法继续研究。只能趁失忆之前，写下本文。智力新科学，需要学术公正、思想环境、必要的资源和各种可供探索的实验可能性。

附录一、关于机器人研究和教育

Softbank 收购 Aldebaran Robotics 后推出机器人 Pepper 至今并不成功。Google X、Softbank 和 Hyundai 先后收购 Boston Dynamics，但其人形机器人至今也不成功。真正原因就是缺乏人类特有智力。

Passion 不能取代科学。Pepper 刚推出时，笔者就不看好。笔者也不主张在现阶段商业化人形机器人，但主张对人形机器人作基础科学性质的学术研究，因为从中可以发现智力研究的很多问题，以此也很容易验证人工智能技术根本没有达到 superhuman 的程度。Superhuman 是娱乐或开玩笑时使用的语言，在学术研究中使用会引起误导。

笔者曾根据 context 的不同作过分析：围棋是在很小空间中严格定义的 game，一般情况下的工业自动化环境可以很好控制但并非严格定义，无人汽车环境是 regulated 的但无法很好控制。

工业自动化类型差异很大。有些较容易解决，早已实用化。但很多问题仍无法解决。一般性的工业自动化比计算机围棋更难。而无人汽车问题比工业自动化更多。这些需要对智力作系统研究。

前沿研究性大学应教会学生承认无知，这是苏格拉底的传统。天之骄子也有很多问题不懂。光凭 passion 不够，需深入研究。凡享受现代生活、现代教育的人，都应对希帕索斯和伽利略感恩。

要真正理解人类特有智力，需要理解语言、数学、哲学、科学的本质和发展，需要理解人的各种思维模式。各种社会模式和经济模式的成败实际上依赖于其思维模式和哲学、逻辑是否有效。

附录二、关于语义、逻辑、**Causation** 和 **metaphysics**

语言逻辑依赖于语义演绎。而语义缺陷会导致逻辑错误、误导科学研究。Demis Hassabis 宣称 Deepmind 的技术是 potentially a meta-solution to any problem，就是重要的方向性问题。

A meta-solution to any problem，明显包含 metaphysics 能力。Stanford Encyclopedia of Philosophy 上的 metaphysics 词条认为：“The word ‘metaphysics’ is notoriously hard to define.”。而Deepmind团队能不能解决metaphysics的定义问题，证明a meta-solution to any problem有存在的可能?

物理学的应用价值和范围，远远超出深度学习和其它人工智能技术的能力。但物理学英文名词是physics，并不是metaphysics。事实上现代物理学，包括量子物理学，都不是完整理论，当然不可能是metaphysics。所以Deepmind技术可用于不同应用，当然也不是a meta-solution的证据。

这可用具体问题分析：Deepmind的技术能不能解决美国宪法的各种语义和逻辑争议，能不能取代自然选择事先找出人类未来的最优演化路径？事实上即使在围棋中也有问题可验证。

美国宪法的语义和逻辑，由美国最高法院的人类法官决定。所以美国宪法实际上是一种特殊的语言。要真正理解美国宪法的语义、逻辑及其演变，需要理解人类特有智力。Deepmind的技术能取代美国最高法院的法官吗？这涉及人文和社会发展的问题、涉及特定人选作出各种复杂的均衡和制约，Deepmind的技术能理解吗?

Stanford Encyclopedia of Philosophy上另一重要词条Regularity and Inferential Theories of Causation三次说明避用metaphysics。这是对使用语言作规范。如果无法准确定义metaphysics，就无法说明其语言规范是否正确。而Standford University正好有个The Metaphysics Research Lab, Stanford Encyclopedia of Philosophy版权正属于这个lab所有。这个lab能不能对metaphysics作准确定义?

从Stanford Encyclopedia of Philosophy上的metaphysics词条可见：其定义困难主要在于metaphysics的语义从古至今有很大变化。所以该词条的研究者不知如何处理这种语义变化。所以需要研究语义演变和发展的规律。理解了这种规律，就很容易对metaphysics作准确定义。当然作定义是一回事，能不能研究出有效的metaphysics又是一回事。现代量子物理学和哥德尔的研究实际上认为人类无法得出有效的metaphysics，笔者也是这样认为。

有把metaphysics翻译成汉字“形而上学”，“形而上”出自《易经• 系辞上传》。但metaphysics和《易经• 系辞上传》中形而上的语义有本质不同。问题在哪里?

Stanford Encyclopedia of Philosophy上的Regularity and Inferential Theories of Causation词条使用了premise, context, set, maximize等等一些词。在这语境中使用这些词，有明显问题。该词条也不知如何处理causation的动态语义。这些正是笔者的新逻辑体系的研究问题。

量子纠缠的远程效应等等问题，对context的含义造成本质性改变。人类的太空探索，也会给人类活动和演化以及智力发展的context带来重要变化。

附录三、关于外太空探索、发展计划和**Avi Loeb**教授的宇宙、文明理论

宇航始于苏联。最初新奇感消失后，美国政府或选民取消了昂贵而沉闷的阿波罗月球旅行，相关科学研究也无力承担。近地宇航时间短，花费不算巨额，有些人愿意体验火箭往返和太空视角。但能够并愿意去火星旅游的富豪人数上限很低，所以宇航经济学是极为严峻的挑战。

向太空探索是为人类争取更大的开放环境。但宇航服和太空封闭小环境的开放程度却比地球大气层内更低。所以，地球和太空人群的合作，可以在整体上形成更好的开放效果。如果能在太空发展出更好的生态、更开放的生活环境，则有助于人类更好地向太空发展。

Avi Loeb教授在Scientific American杂志上谈A、B、C、D四种文明（civilization）分类及我们宇宙由A类civilization在实验室创造的可能。笔者先谈宗教相关问题，再分析学术相关问题。首先是语义问题：用civilization描述宗教里的造物主（Creator）可能引发很大争议。笔者不倾向于如此谈论宗教和科学，以免引起不同逻辑体系之间的混淆。在科学研究上，对我们宇宙是由某civilization创造的可能性，Avi Loeb教授是否有任何依据或线索，能否设计实验证实或证伪这种特征?

Avi Loeb教授的civilization分类意向，关键是人类能否达到independent of its host star的B类标准。这里independent of its host star的语义又成了问题，因为该文前面提到when the sun will die。

如果人类的B类civilization标准是指太阳死亡后能继续存在，考虑到太阳到达死亡所需要的天文尺度时间，人类的真正瓶颈和危险在于智力退化、社会崩溃、生态瓦解等等，包括气候变化等等近期环境问题，以及地壳板块漂移等等带来的更远期也更严重的问题，恐怕根本没有机会持续到太阳死亡。智力科学

和生命科学上的问题远比太阳死亡的物理科学问题紧迫。

Avi Loeb 教授是否有持续时间如此之长的 B 类 civilization 可能存在的依据或线索，能否设计实验证实或证伪 B 类 civilization 的存在可能性？如果 B 类 civilization 不可能存在，这标准就没有意义。

所以，太阳死亡对人类并非是现实的危险。地球环境并不比外星球更差。人类在地球上更容易适应，也适应得更好，并没有必要全部离开地球。Independent of its host star 没有必要，也不能带来优势。外星探索和地球社会相互促进，比 independent of its host star 更好。

已经有宇航员能在空间站较长时间生存并有飞船抵达火星及更远，改善动力和其它各种能量及物资供应和补充、延伸探索范围、为小规模探索团队发展新生态，是顺理成章的发展。

当年西班牙帝国从美洲获取巨大财富，但并没有形成新一代文明。真正改变进程的科学革命，甚至不是在当时的权势和财富中心西班牙帝国开始的。物理科学的革命是从旧大陆上的哥白尼和伽利略开始。把 independent of its host star 当作 B 类 civilization 的标志是否有意义也有待商榷。

未来科学和文明发展的关键是更有效的逻辑。这是生命演化研究和智力发展研究所迫切需要的，也是地球社会、太空探索和未来外星球社会所共同需要的。研究现有的各种生态战略有什么逻辑问题，至关重要。细菌的适应能力比人类更强。如果在太空人类只能生活在封闭小环境中、细菌却可以在开放环境中迅速适应和演变，会导致什么后果，需要作严谨的研究。

能抵达月球、金星和火星的火箭和飞船技术早就存在。月球、火星、金星发展计划的真正瓶颈不在于物理科学，而在于生命科学和智力科学。即：人类在外星球能否适应并发展出良好的生态，能否形成文明的社会并对地球产生好的影响而不是负面作用，等等。

新科学未必能很快带来利润，但能很快带来更好的判断力，这是更大的价值。所以，即使无利可图，也应该保持对外太空的探索。况且说不定会找到有价值的发现。有人探索比无人探索更好。远离地球用远视角观察地球世界和地球社会，可以在某种程度上更好地理解地球上的问题。

学术发展经历了自然历史、自然哲学、自然科学的进程。自然历史虽然没有自然科学严谨，但也不像科幻小说可以随便想象。对各种宇宙和太空探索理论，需要用智力新科学作分析和判断。大航海时代出现大规模的奴役，是文明的严重倒退，需要警惕。

南极模式是科学模式，其优点是能避免无休止的战争。其背后的原因是：俄罗斯、阿拉斯加、加拿大、格陵兰和斯堪的纳维亚都有大片冰原难以开发。

地球只是宇宙中被外太空包围的一小部分。外层空间条约的成败事关人类未来的命运。如果遥远的外太空成为法外之地，海盗们劫掠西班牙宝船的历史是否会重演、奴隶制会不会复兴、足够强大后的奴隶主势力会不会控制地球，也都是问题。

关于民主，需要澄清：民主主要指政治。股份制中持股数不同的股民并不平等。某些情况下，甚至股票间也不平等，有特权股票。所以政治模式不同于经济模式。国际社会也不是民主社会，一国一票对人不是民主。因此延伸到外太空就比较复杂，有利益冲突就有如何管理、执法的问题。

民主还有语义上的重要争议：谁属于 people？对外太空来说，people 是指全体人类还是仅指外太空居民？如果是后者，先到的太空移民可以对后来移民建立准入障碍和霸权。《外层空间条约》规定外层空间开放给所有国家，避免了这问题，实际上也否决了住民自决。但允许注册国对运行物体的管辖权和控制权，也会孕育未来对空间资源的竞争。所以有很多问题需要研究、探索、细化。

所以，智力研究和太空探索都需要更好、更严密的抽象思维和高阶逻辑。